

AI 科學家駕到： 帶領學生穿越時空的兩種科研典範

陳育霖

臺灣師大師資培育學院及物理學系副教授

前言：從《Science》期刊看見科研典範的轉移

2009 年，一篇發表於頂尖期刊《Science》的開創性研究，為科學界投下了一顆震撼彈。康乃爾大學的研究者 Schmidt 與 Lipson 開發了一套名為 Eureka 的人工智慧演算法，他們將各種物理系統的原始觀測數據—例如彈簧振子或雙擺的運動軌跡—輸入到系統中。在未被告知任何物理定律的情況下，AI 竟能自主地從數據中逆向工程，推導出描述這些系統運作的數學方程式 (Schmidt & Lipson, 2009)。

這項成就的意義，不僅在於 AI 解決了一個複雜問題，更在於它揭示了科學發現的根本模式正在發生轉變：從人類的靈感迸發，到人機的協作探索。

這凸顯了科學探究中兩種並行已久的典範。其一，是自 17 世紀科學革命以來，以培根、牛頓等人為代表的「假設驅動的科學探究」(hypothesis-driven scientific inquiry, HDSI)。其核心是：觀察現象、提出假說、設計可控實驗、進行驗證或否認。然而，並非所有科學領域都能如此。生物學家或地球科學家，常面對「變因不可控」或「數據量微弱」的現實，他們的研究更依賴於另一種典範—「數據驅動的科學發現」(data-driven scientific discovery, DDS)。

AI 的崛起，正以前所未有的計算能力，將 DDS 典範推向了科研的最前沿。當科學家探索世界的方式正在發生典範轉移時，我們的科學教育，也應引導學生理解並體驗這兩種典範的差異與互補。本文旨在分享一個整合性的教學設計，引導學生在一堂課中，穿越時空，親歷兩種科研典範的精髓，並學習如何駕馭 AI 這個強大的新夥伴。

教學設計：一堂課，兩種典範的時空之旅

本教學設計的核心策略，是透過對比教學 (contrastive learning) 深化學生的概念理解。我們讓學生先投入傳統的假設驅動探究，在親身體驗其魅力與挑戰後，再引入數據驅動的方法，使其能更深刻地體會到新典範的威力與特性。

第一站：回到 17 世紀的實驗室——從「為什麼」到「怎麼證明」

我們以一個經典的教室演示—「三根不等長蠟燭罩上燒杯後，火焰由上而下熄滅」的現象，作為假設驅動科學探究的起點。

教學核心：重點不在於給出標準答案，而在於引導學生思考：「面對這個現象，科學家如何提出一個『可被驗證』的假設，並設計實驗來證明它？」

學生活動：學生分組，針對各自提出的假設（例如：「熱空氣使二氧化碳上浮」、「氧氣由上往下消耗」等）進行腦力激盪，繪製實驗設計圖。學生必須思考如何設定變因、控制變因，並設計可行的觀測方法。

學習目標：在此過程中，學生體驗了 HDSI 的精髓：創造性假設的提出、嚴謹的邏輯推理，以及對實驗精準控制的嚴苛要求。他們同時也體會到，面對多重變因交織的複雜現象，HDSI 的分步驗證過程可能曠日廢時。

第二站：走進 21 世紀的數據科學——當數據成為新一代的實驗工具

接著，我們將場景切換到現代數據科學實驗室。AI 分析數據的任務，主要可分為分類（classification）與回歸（regression）兩大方向。

❖ 體驗「分類」：AI 如何辨識鳶尾花？

教學材料：由英國統計學家兼生物學家費雪（Ronald Fisher）於 1936 年發表的經典 Iris 鳶尾花數據集（iris.csv）（Fisher, 1936）。

推薦工具：開源視覺化分析軟體 Orange。其圖形化介面讓學生無需寫程式，即可透過拖拉元件及模組進行數據分析，視覺化即時呈現分析結果。

探究過程：教師引導學生將數據匯入，並使用「散佈圖」元件模組進行探索。當學生嘗試將不同的特徵（花萼長寬、花瓣長寬）設為 X、Y 軸時，會迎來一個「頓悟時刻」：以「花瓣長度」和「花瓣寬度」作圖時，三種花立刻分成了三個清晰的群集！他們找到了一個強而有力的「分類規則」，並能用此規則預測新數據。

❖ 體驗「回歸」與科學本質：AI 如何尋找物理公式？

教學材料：一組物理實驗數據（例如：河流沉積物顆粒大小與流速的關係）。

工具選項：Excel、SciDAVis、Python、Wolfram|Alpha 等。

引入「奧坎剃刀原則」（Occam's Razor）：此時，我們引入一個人工智慧課本重要的科學哲學思想—奧坎剃刀原則。提醒學生，最能漂亮地穿過所有數據點的複雜曲線，不見得是最好的模型。它可能只是「過度擬合」（overfitting），記住了雜訊，卻失去了預測能力。一個簡潔、優雅，且能對應到物理模型的公式，往往才是更接近本質的科學定律（Baker, 2023）。

AI 不只是主題，更是貫穿探究全程的夥伴： 來自物理系大學課堂學生的真實回饋

更令人興奮的是，AI 不僅能作為我們教學的「主題」，更能成為學生科學探究全程的「夥伴」。在我們的「自然科學探究與實作」課程中，大學生被大量鼓勵在各個環節運用 AI，他們的學習回饋，為這套教學模式的成效提供了有力的佐證。

一、從「畏懼」到「協作」：重新定義 AI 的角色

起初，許多學生將 AI 視為一個深不可測的「黑盒子」。但透過實際操作，他們逐漸將 AI 定位為一個強大的「研究助理」。一位學生在回饋中寫道：「AI 可以作為合作夥伴，協助解決物理或生活中的問題。」另一位同學則說：「AI 不是答案，而是啟發思考的起點。」這顯示，課程成功地引導學生從單純的工具使用者，轉變為與 AI 協作的探究者。

二、擴展研究工具箱：學會用 AI 的「語言」看世界

學生們不僅學會了使用 ChatGPT 進行腦力激盪，更接觸了專業的數據分析方法。例如，他們運用工具進行圖像辨識，分析香蕉熟度；運用主成分分析（principal components analysis, PCA）將高維數據降維，找出影響系統的主要變因。一位學生分享：「學會用 AI 進行碎形分析、圖像辨識、資料降維等高維資料處理，讓我對物理研究的想像不再局限於課本。」

三、培養批判性思維：學會駕馭而非盲從

課程的核心，是培養學生對 AI 工具的批判性思維。他們很快就發現，AI 的輸出品質，高度依賴於人類給予的指令與數據品質。一位同學深刻地反思：「AI 提供的結果仍需人工判讀與驗證。」另一位則提到，最大的收穫是「學會如何下指令、調整參數，以獲得更有用的輸出。」這種駕馭工具的能力，遠比單純獲得答案更有價值。

四、重塑科學本質觀與未來想像

這趟穿越時空的探究之旅，也重塑了學生對科學本質的理解。他們體悟到：「科學不是真理，而是接近真理的方法，AI 是這條路上的工具之一。」AI 的輔助，讓他們對未來職涯有了更廣闊的想像。一位物理系學生感性地說：「原本以為物理系只能當老師，現在發現還能做資料科學、AI 輔助研究等。學會如何將物理思維與 AI 工具結合，解決真實世界問題，讓我對未來充滿信心。」

結語：為學生搭建一座通往未來科學的橋樑

透過這套「傳統對比前沿」的教學設計，學生不再是科學知識的被動接收者。他們親身體驗了兩種截然不同卻同樣重要的科研典範，理解了科學的多元本質，並學會了如何與新時代的強大工具—AI—進行協作與對話。

身處典範轉移的時代，我們的任務，是為學生搭一座橋。這座橋的一端，是科學史上那些偉大的、基於假設的智慧；另一端，則是充滿無限可能的、人機協作的未來。讓我們一起，帶領學生走上這座橋，為他們打開通往未來科學的大門。

參考文獻

- Baker, A. (2023) . Simplicity. In E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.) , *The Stanford encyclopedia of philosophy*. <https://philpapers.org/rec/BAKS-2>
- Fisher, R. A. (1936) . The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7 (2) , 179-188.
- Schmidt, M., & Lipson, H. (2009) . Distilling free-form natural laws from experimental data. *Science*, 324 (5923) , 81-85.